

нителей и неперенное личное участие в разъяснении задач исполнителям. Уже сама по себе программа организации строительных работ военного инженера подразумевала вовлечение в подготовительный (познавательный) процесс больших коллективов инженерно-технических работников и работников массовых профессий. Не случайно на всех этих линиях П.А. Кабанов, члены Военного совета железнодорожных войск, специалисты управления и служб железных дорог Урала проводили значительную часть своего времени, помогая четко организовать работу и контролируя весь процесс⁸. Таким образом, практическая научная школа П.А. Кабанова внесла серьезный вклад в подготовку и повышение квалификации уральских инженеров и техников транспорта.

Таким образом, выдающиеся ученые транспорта внесли заметный вклад в подготовку и повышение квалификации уральских специалистов железнодорожного транспорта. Их научный потенциал был успешно реализован на уральских магистралях как на теоретическом, так и на практическом уровне: на основе их идей и достижений выросли целые поколения высококвалифицированных специалистов и решены сложные проблемы в области нового строительства, электрификации и эксплуатации новой техники.

Примечания

¹ Зензинов Н.А., Рыжак С.А. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. М., 1990. С. 255–268.

² Инженеры путей сообщения. / Ред. В.Г. Ряскин, С.В. Любимов. М., 2003. С. 114–122.

³ Там же. С. 76–78.

⁴ Корифей транспортной науки. М., 2004. С. 270–277.

⁵ Там же.

⁶ Там же.

⁷ Инженеры путей сообщения. / Ред. В.Г. Ряскин, С.В. Любимов. М., 2003. С. 108–109.

⁸ Зензинов Н.А., Рыжак С.А. Выдающиеся инженеры и ученые железнодорожного транспорта. М., 1990. С. 441.

В.Н. Коротун, Н.А. Коротун (Невьянск)

МЕТАЛЛ НЕВЬЯНСКОЙ БАШНИ

Металл широко применялся в архитектуре и внутреннем убранстве Невьянской башни. Внутри башни расположен металлический каркас. Литые чугунные шайбы с клиньями скрепляют каркас башни с

внешней стороны. Стропила крыльца и шатра металлические. В конструкциях и наружном оформлении использован металл: дверные и оконные коробки, восьмерики обведены балконами с ажурными чугунными звеньями. Венчают башню молниеприемник, флюгер.

В 1989 г. при реставрации башни на угловой стяжке было обнаружено клеймо с надписью «Сибирь Н:С ДАД», ниже соболек с опущенным хвостом, бегущий вправо. Эта стяжка изготовлена на Невьянском заводе после 1731 г. 12 ноября 1731 г. Геннин отдал приказ о новых клеймах. Именно с того года русская литера уступала место латинской, обозначение первой буквы в слове «завод» стало трактоваться согласно кириллице не как «земля» («З»), а как «зело» («S»). А в ноябре 1734 г. Татищев распорядился о присылке клейм со всех заводов, в том числе и частных¹. Стяжка изготовлена из кричной стали методом горячейковки на заданные размеры и формы. Имеет форму дважды загнутой полосы. Размеры стяжки: длина 710 мм, ширина от 50 до 74 мм, толщина 12–14 мм и практически соответствует стандартам полосового железа, выпускаемого Демидовым в 20-е гг. XVIII века: полдюйма (1 дюйм = 25,4 мм) толщины, три дюйма ширины, длина аршин (аршин = 71, 12 см)². Сразу же послековки браковщики определяли качество и проводили контроль металла. На внутренней стороне стяжки есть отпечатки измерения твердости, сделанные сразу же послековки.

Во время реставрации к юбилею Невьянска (2001 г.) сняли несколько фрагментов стяжек. В лаборатории НМЗ был сделан химанализ (таблица 1)³, стяжка, хранящаяся в НГИАМ, была исследована во Всесоюзном научно-исследовательском институте сырьевых материалов, в институте физики металлов УрО РАН. Были сделаны выводы, что химический состав стяжки соответствует составу стали углеродистой качественной. Структура металла состоит из бейнита и феррита, расположенного по границам зерен в виде сетки. Структура соответствует ускоренному охлаждению послековки, возможно в воде. На поверхности полосы обезуглероженная область. Встречаются шлаковые включения.

Во время реставрации башни в 70-е годы XX в. были сняты молниеотвод и флюгер-флаг. Металл этих предметов был исследован Н.А. Коротун, а также в лабораториях Института физики металлов УрО РАН, Всесоюзного научно-исследовательского института минерального сырья имени Н.М. Федоровского⁴.

Таблица 1

образец	Fe	C %	Si %	Mn %	Cr %	P %	S %
1	основа	0,20	0,006	0,01	0,00	0,075	0,003
№ 2	основа	0,25	0,007	0,02	0,00	0,052	0,08
№ 3	основа	0,03	0,007	0,03	0,00	0,047	0,005
№ 4	основа	0,11	0,004	0,005	0,00	0,075	0,006

Флюгер изготовлен из кричного железа с содержанием углерода до 0,05% методом горячей прокатки (плющение) с последующей вырубкой в горячем состоянии рисунка флюгера. На поверхности флюгера и особенно на двузмеевой ветренице видны следы прокатки. Возможно, заготовка перед обработкой давлением на плющильной машине была прокована на молотах. У торца гербовой части флюгера обнаружены частично отслоившиеся, а частично сохраненные плены.

По контуру вырубки герба обнаружены три нарушения сплошности металла (трещины) на всю толщину листа. Металл по поверхности разрушения окислен. Интенсивность окисления аналогична степени окисления всей поверхности флюгера. Возможно, начало образования трещин произошло при вырубке герба, а условия работы флюгера способствовали дальнейшему развитию трещин.

Вздутый, плен и других дефектов на двузмеевой ветренице и на прилегающей к ней гербовой части флюгера не обнаружено. Вероятно,ковка и прокатка заготовки для флюгера производилась в одном направлении, а именно — к торцу гербовой части флюгера. Сюда были выкатаны газовые и неметаллические включения. Они являются причиной образования плен и нарушения сплошности металла.

Для монтажа флюгера на шпиль башни его закрепили сверху и снизу в кованых кронштейнах методом клепки. По верхней кромке нижнего кронштейна на флюгере обнаружена линия утолщения металла. У верхнего кронштейна такого утолщения не обнаружено. Вероятно, это утолщение образовалось от взаимодействия металла флюгера с естественными природными явлениями. Самое большое температурное влияние флюгер испытывал от молниеотвода. Они были установлены одновременно на одной оси и сняты одновременно в 1970 г.

Микроструктура металла исследовалась на кусочке, взятом по месту разрушения отслоившейся плены с помощью микроскопа НЕОРНОТ-32М при 100–500 кратных увеличениях. Микроструктура металла состоит из равноосных зерен феррита (железа) 5–6 номера

Границы зерен очень тонкие. Неметаллических включений в микроструктуре исследуемого кусочка не обнаружено.

Микроструктура металла соответствует равновесному состоянию структуры армкожелеза, т.е. технически чистого железа (99,95%). Этим объясняется высокая коррозионная стойкость материала флюгера. Микроструктуру создали в процессе изготовления флюгера, применяя промежуточные низко температурные отжиги между ковкой, плющением и вырубкой рисунка флюгера.

Архитектор Р.П. Подольский, еще в 30-е гг. XX в. отметил интересную конструкцию железо-чугунных балок на первом восьмigrанном ярусе: сплошное сечение литой чугунной балки 190x145 мм, повторяющей по форме деревянный брус в зоне растяжения (внизу), усилено по всей длине железным кованым стержнем 60x36 мм, вогнутым в тело чугуна. Длина такой балки имеет пролет 6 метров. Это свидетельствует о весьма ранней попытке зодчего совершенно правильно сочетать два разнородных материала⁵. Нами был исследован химический состав этих балок (таблица 2).

Таблица 2

Исследуемый объект	Fe %	C %	Si %	Mn %	Cr %
Правая пластина трехслойной балки, расположенной над часовым механизмом (доэвтектический чугун)	основа	3,74	0,65	0,73	0,017
Средняя пластина трехслойной балки, расположенной над часовым механизмом (железо)	основа	0,09	0,008	0,05	0,02

Коробки дверных и оконных проемов чугунные. Дверные проемы укреплены литыми чугунными косяками. Вертикальные косяки дверей закреплены к кладке стены костылями. В верхних углах двери косяки усилены фигурными треугольными отливками с целью усиления жесткости конструкции. Угольники имеют стыки с вертикальными косяками и верхним косяком-перекладной, которая отлита со вставкой. Вставка входит в гнездо кладки и к стене крепится костылями. Литые пороги прикреплены костылями.

Чугунные звенья балконов изготовлены из заэвтектического белого чугуна, отлитые при низкой температуре плавления (1150–1180 °С)

на древесном угле. В образце присутствует медь, что характерно для уральских руд. Фон структуры: цементит + перлит, выделения — графит, окруженный перлитными глобулами.

Каркас для крепления музыкального вала изготовлен из кованных полос прямоугольного сечения двух размеров 90,0x25,0 и 47,0x20,0 мм. Монтаж каркаса производился методом сварки и болтового соединения. На трех стойках обнаружены клейма R и B. Микроисследование проводилось с помощью микроскопа НЕОРНОТ — 32М при 100–500 кратных увеличениях. Микроструктура металла неоднородная по толщине поперечного сечения стойки. У поверхности на глубину 0,15–0,18 мм микроструктура металла состоит из сорбитообразного перлита. По микроструктуре содержание углерода в этой поверхностном слое 0,70–0,80%. Твердость этого слоя 220 НВ. Далее в микроструктуре металла появляется феррит, расположенный по границам зерен в виде сетки и внутри зерна в виде игл. Размер и плотность игл феррита в различных зернах неодинаковы. Основная величина зерна 1–3 номера. Такая структура характерна для содержания углерода 0,35–0,40%. Это характерная структура видманштета. Она образуется при нагреве под ковку и окончания ковки при высоких температурах. Твердость этой структуры 160–170 НВ.

В отдельных местах микроструктура металла состоит из зерен феррита и перлита, расположенного по границам зерен в виде сетки. По микроструктуре содержание углерода в этом месте 0,20%, твердость — 85–89 НВ.

Химический состав определялся методом спектрального анализа на приборе СЛ-11. С — 0,32–1,3%; S — 0,08%; Мп — 0,07% ; Сч — 0,10%; Ni — 0,11%.

Углерод определяли на установке ГОУ. С=0,32% проба взята в середине сечения стойки; С=1,3% проба взята на поверхности стойки.

Работа над этой темой продолжается.

Примечания

¹ Корепанов Н.С., Рукусуев Е.Ю. Клейма уральских заводов. Екатеринбург, 2004. С. 12.

² Там же. С. 10.

³ Архив НГИАМ.

⁴ Архив НГИАМ.

⁵ Подольский Р.П. Падающая башня Невьянского завода // Академия архитектуры. 1936. №6. С. 21.